

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

КУРНОСОВА Володимира Самуїловича «Спектроскопія багатопідграткових антиферромагнетиків із сильною взаємодією магнітних, електронних та граткових збуджень», що подана на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.11 – магнетизм

Дисертаційна робота Курносова В.С. присвячена експериментальному дослідженню низькоенергетичних власних станів низки магнітних сполук, що об'єднуються декількома глобальними спільними властивостями. Майже всі вони є низьковимірними та багатопідгратковими. Деякі з досліджуваних об'єктів мають ознаки геометричної фрустрації в магнітних підсистемах. Останнім часом саме такі об'єкти привертають до себе увагу, оскільки саме в них можуть проявлятися ефекти квантового магнетизму та топологічні ефекти. В реальних кристалах спінові підсистеми з необхідністю відчують на собі вплив інших складових в більшій чи меншій мірі. Як це впливає на властивості магнітних підсистем – проблема яка є актуальною в даній сфері досліджень. Взаємодії між різними підсистемами в кристалах як статичного, так і динамічного характеру є складовими фізики мультифероїків – вельми привабливих об'єктів і з фундаментальних, і з прикладних точок зору. Тому обрана тема дисертації є **актуальною**, оскільки одержані в ній результати роблять суттєвий вклад в порозуміння фізичних механізмів взаємодій між підсистемами різної природи в антиферромагнітних кристалах та умов їх реалізації.

Дослідження, що лягли в основу дисертаційної роботи Курносова В.С. виконані в рамках плану фундаментальних досліджень тематичного Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І.Веркіна НАН України відповідно до відомчих тем: «Статичні і динамічні властивості магнітоконцентрованих систем» (номер державного реєстру 0196U002953, термін виконання 1996-2000 рр.), «Низькотемпературні магнітні, оптичні і резонансні властивості сполук з сильною взаємодією магнітної, електричної і іонної підсистем» (номер державної реєстрації 0100U006266, термін виконання 2001-2003 рр.), «Низькотемпературні властивості магнітоконцентрованих

фероїкових твердотільних систем» (номер державної реєстрації 0104U003035, термін виконання 2004-2006 рр.), «Низькотемпературні властивості мультифероїків та структурованих і металоорганічних магнетиків» (номер державної реєстрації 0107U000940 термін виконання 2007-2011 рр.), «Низькотемпературні магнітні та оптичні властивості фероїків» (номер державної реєстрації 0112U002636 термін виконання 2012-2016 рр.), «Фізичні властивості магнетоконцентрованих сполук і штучних структур з конкуруючими взаємодіями» (номер державної реєстрації 0117U002288 термін виконання 2017-2021 рр.), «Новітні магнітні системи з сильним зв'язком між електричними, магнітними і структурними властивостями та шляхи керування їх функціональними можливостями» (номер державної реєстрації 0118U100342 термін виконання 2018-2019 рр.)

Відповідність досліджень дисертаційної роботи Курносова В. С. спеціальності 01.04.11 – магнетизм, не викликає сумніву, оскільки об'єктами досліджень виступають власні магнітні, електронні та ґраткові стани в магнітоконцентрованих кристалічних структурах.

**Мета дисертаційної роботи**, що полягає у встановленні фундаментальних зв'язків між структурними особливостями багатопідґраткових антиферомагнетиків та формуванням їх магнітних, електронних і коливальних станів за допомогою спектроскопії розсіяння і поглинання електромагнітних хвиль у далекому інфрачервоному та видимому діапазонах частот – є **цілком обґрунтованою**.

**Практичне значення** одержаних в роботі результатів впливає з того, що вони суттєво розширюють уявлення про утворення власних станів багатопідґраткових антиферомагнетиків, де взаємодія між різними ступенями свободи суттєва. Одержана інформація, в свою чергу, може бути використана при синтезуванні сполук з прогнозованими характеристиками для використання в технічних застосуваннях. Наприклад, системи з плоскими гілками спінових хвиль можуть знайти своє місце в пристроях магنونіки.

**Структура роботи**. Дисертація Курносова В. С. складається з анотації, вступу, семи оригінальних розділів, висновків, списку використаних джерел та

додатків. Результати дисертації опубліковані у 20 статтях в провідних фахових наукових журналах, 3 статтях в закордонних фахових періодичних виданнях в якості матеріалів міжнародних конференцій, 1 електронному препринті та 13 тезах доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях. Основні положення дисертації та висновки ідентичні приведеним в **авторефераті**, який вірно відображує її зміст.

В **першому розділі** приведено експериментальне спостереження та ґрунтовне пояснення ефектів, що виникають в ланцюжкових антиферромагнетиках  $\text{CsFeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  та  $\text{CsMnCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  завдяки взаємодіям ґраткової, спінової та електронної підсистем в різних комбінаціях їх статичних та динамічних проявів.

У **другому розділі** розглянуто формування раманівського спектра холдейнівського антиферромагнетика  $\text{SrNi}_2\text{V}_2\text{O}_8$ , зокрема спостереження ефекту псевдосиметрії, а також магнітних збуджень двох типів.

**Третій розділ** містить результати досліджень фононних та маґнонних збуджень в квазідвовимірних перовськітоподібних сполуках із зарядовим впорядкуванням.

**Четвертий розділ** присвячено особливостям формування коливального спектра, лінійних мангітоелектриків  $\text{LiMPO}_4$  ( $\text{M}=\text{Ni}, \text{Co}$ ).

У **п'ятому розділі** виявлено та пояснено механізми, що забезпечують зв'язок спінової та ґраткової підсистем, та відображаються в аномальній поведінці відповідних мод в раманівських спектрах купратів з геометрично фрустрованими магнітними структурами.

**Шостий розділ** присвячено дослідженням фероборатів  $\text{ReFe}_3(\text{BO}_3)_4$  – тригональних хіральних антиферромагнетиків з двома типами парамагнітних іонів у складі.

В **сьомому розділі** розглянуто дослідження спінової динаміки кристалів з квазіодновимірною фрустрованою магнітною структурою.

Результати одержані автором є **актуальними та безумовно новими**. Як найбільш цікаві можна відзначити такі:

- встановлено природу незвичайної форми двомагнетонної раманівської смуги в квазідвовимірному нікелаті, що перебуває в зарядово-впорядкованому стані страйпового типу; виявлено, що така форма є наслідком існування двох типів суперобмінних зв'язків між сусідніми спінами, які відрізняються знаками асоційованих з ними поляризованостей;
- Вперше виявлено та модельно описано незвичний прояв поперечного ефекту Зеемана в оптичних спектрах поглинання легкоплосинного тригонального антиферомагнетика  $\text{NdFe}_3(\text{BO}_3)_4$ , і показано, що ця особливість спричинена дією двох ортогональних полів, обмінного та зовнішнього, на рідкісно-земельний іон.

**Достовірність** результатів, отриманих в роботі, обумовлена використанням добре відомих спектроскопічних методів вимірювань. Обґрунтованість результатів, що складають зміст роботи, підтверджується узгодженістю з експериментальними даними, отриманими іншими методами, і з відомими теоретичними моделями.

До змісту дисертації є такі **зауваження**.

1. У розділі 3.2.5 при розрахунку двомагнетонної смуги в  $\text{La}_{5/3}\text{Sr}_{1/3}\text{NiO}_4$  гамільтоніан записано за участю трьох антиферомагнітних обмінів, а кінцевий результат представлено для  $J_1=0$ , без спеціальних коментарів щодо фізичних причин такого вибору.

2. У розділі 6.4 розглядається незвичайна поведінка смуг поглинання у поперечному ефекті Зеемана за участю одного з дублетів мультиплету  $^2H_{11/2}$   $\text{Nd}^{3+}$ , але не згадується, чи спостерігаються такі ж ефекти на інших переходах.

3. У розділі 7 згадується про розрахунки динаміки ґратки, але не приводиться докладної довідкової інформації щодо використаної схеми обчислень.

Тем не менш, зазначені **зауваження** не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи та високий рівень представленого експериментального наукового дослідження.

Таким чином, можна стверджувати, що дисертація Курносова В. С. є завершеною науковою працею, в якій отримано нові результати та вирішено низку важливих проблем в фізиці магнетизму, а саме: встановлено фундаментальні зв'язки між структурними особливостями багатопідграткових антиферомагнетиків та формуванням їх магнітних, електронних і коливальних збуджень за допомогою спектроскопії розсіяння і поглинання електромагнітних хвиль у далекому інфрачервоному та видимому діапазонах частот. Автореферат дисертації адекватно відображає її зміст. Основні результати дисертації своєчасно надруковані в провідних фізичних журналах як в Україні, так і за її межами, а також доповідались на представницьких наукових конференціях.

На основі викладеного вище вважаю, що дисертаційна робота Курносова В. С. «Спектроскопія багатопідграткових антиферомагнетиків із сильною взаємодією магнітних, електронних та граткових збуджень» повністю відповідає всім вимогам МОН України до докторських дисертацій, зокрема пунктам 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор, Курносов Володимир Самуїлович, безумовно заслуговує на присудження наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.11 – магнетизм.

Офіційний опонент:

доктор фізико-математичних наук, професор,  
провідний науковий співробітник відділу теорії  
динамічних властивостей складних систем  
Донецького фізико-технічного інституту  
ім. О.О. Галкіна НАН України (м. Київ),

І. Л. Любчанський

Підпис І. Л. Любчанського засвідчую:

Вчений секретар  
Донецького фізико-технічного інституту  
ім. О.О. Галкіна НАН України (м. Київ)  
кандидат технічних наук



В. Ю. Дмитренко